

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

29. 3. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 0 4 9 1 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 0 4 9 1 2]

REC'D 03 JUN 2004

WIPO

PCT

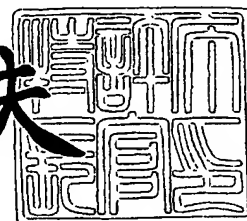
出 願 人 三 菱 電 機 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 5 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 545144JP01

【提出日】 平成15年 4月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B23F 15/08

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

 【氏名】 米丸 清治

【特許出願人】

 【識別番号】 000006013

 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100102439

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 宮田 金雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092462

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高瀬 彌平

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 011394

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スクリューロータの加工装置及び加工方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベッドと、前記ベッド上に設置されるC軸主軸台と、前記C軸主軸台に支持され、円筒形状の被加工物を回転動作させるC軸主軸と、前記ベッドに設置されるコラムと、前記コラムに回転自在に支持される刃物台と、前記刃物台に取り付けられた工具とを備え、前記刃物台を回転させるとともに、X軸、Y軸、Z軸方向に移動させ、前記工具で回転する前記被加工物の外径に溝を形成することを特徴とするスクリューロータの加工装置。

【請求項2】 C軸主軸に取り付けられ、前記C軸主軸と同期して回転する特殊主軸と、前記特殊主軸に取り付けられ、前記特殊主軸と同期して回転する被加工物取り付け具と、ベッド上に設置され、前記特殊主軸を支える振れ止めとを備えたことを特徴とする請求項1に記載のスクリューロータの加工装置。

【請求項3】 被加工物の外径に溝を荒く切削加工した後に、前記溝の側面と底面とをシェービング加工して溝を形成することを特徴とする請求項1または2に記載のスクリューロータの加工装置。

【請求項4】 ベッドと、前記ベッド上に設置されるC軸主軸台と、前記C軸主軸台に支持され、円筒形状の被加工物を回転動作させるC軸主軸と、前記ベッドに設置されるコラムと、前記コラムに回転自在に支持される刃物台と、前記刃物台に取り付けられた工具とを備えた加工装置を用い、前記刃物台を回転させるとともに、X軸、Y軸、Z軸方向に移動させ、前記工具で回転する前記被加工物の外径に溝を形成するスクリューロータの加工方法であって、被加工物の外径に溝を荒く切削加工する第1のステップと、前記溝の側面と底面とをシェービング加工する第2のステップとを有することを特徴とするスクリューロータの加工方法。

【請求項5】 第1のステップは、エンドミルを工具として使用して溝を切削するステップと、Rエンドミルを工具として使用して溝底にR部を切削するステップとを有することを特徴とする請求項4に記載のスクリューロータの加工方法。

【請求項6】 第2のステップは、溝側面シェービングバイトを工具として使用して溝側面をシェービング加工するステップと、溝底用Rバイトを工具として使用して溝底面をシェービング加工するステップとを有することを特徴とする請求項4または5に記載のスクリーロータの加工方法。

【請求項7】 第2のステップは、溝側面シェービングバイトを工具として使用して溝側面をシェービング加工するとともに、溝縁部に逃がし部を作成するステップと、溝底用Rバイトを工具として使用して溝底面をシェービング加工するステップとを有することを特徴とする請求項4または5に記載のスクリーロータの加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、冷媒圧縮機又は空気圧縮機に用いられるスクリーローターの加工装置及び加工方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、スクリーローターは、第1のシャフトにねじブランク1aを組み立て、この第1のシャフトと回転軸が垂直となる第2のシャフトに工具をセットし、この第1のシャフトと第2のシャフトとを外部手段により同期的に回転させ、さらに、溝形成加工の開始時に第2のシャフト内に完全に収縮させた工具を、その後、僅かな増加量だけ前進的にねじ内に拡張させることで加工していた。

【0003】

【特許文献】

特表平6-506640（図2、3、4、5、6、7、14等）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のスクリーローターの加工では、工具の溝寸法や取付け位置、第1のシャフトと第2のシャフトとの回転軸の距離、機械精度等の多くの要因がからみ、加工精度に問題があった。特に、工具として、総型刃具を用いた加工で

は、溝底の切削抵抗が非常に大きいため、微小切削をせざるを得ず、1 溝の切り込みはわずか 0.04 mm が限界の状態である。なお、総切削長さが長くなることから、加工時間及び工具寿命改善の大きな障害となっていた。

【0005】

また、従来のスクリーローター用の加工方法では、スクリーローター加工専用の加工装置が製造中止に追い込まれたりした場合に、以降製造できないという問題があった。

この発明はかかる課題を解決するためになされたものであり、第1の目的は、市販されている NC 5 軸工作装置を使い、複雑なスクリー溝の加工と同時に内径、外径を加工する事で得られる高精度のスクリーローターの高効率加工方法と加工装置を提供することである。

【0006】

第2の目的は、総型刃具を用いた加工において生ずる溝底の切削抵抗により微小切込みしか出来ない加工に対して、加工能率を上げる事が可能になる高切込みのスクリー溝の加工方法及び装置を提供することである。

【0007】

第3の目的は、従来加工装置及び段取りや使用工具で決まっていた歯溝の形状精度を容易に修正できる加工方法及び装置を提供することである。

【0008】

第4の目的は、安価な汎用の工具と高価な特殊工具を組み合わせた加工方法により、高価な特殊工具寿命を延ばすことが可能となり、総工具費用を低減できる加工方法及び装置を提供することである。

【0009】

第5の目的は、軸付きスクリーローターでの加工方法を軸無し加工にすることで、安価な製造プロセスと設備製造コストを提供できる加工方法及び装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明におけるスクリーローターの加工装置は、ベッドと、ベッド上に設置

されるC軸主軸台と、C軸主軸台に支持され、円筒形状の被加工物を回転動作させるC軸主軸と、ベットの設置されるコラムと、コラムに回転自在に支持される刃物台と、刃物台に取り付けられた工具とを備え、刃物台を回転させるとともに、X軸、Y軸、Z軸方向に移動させ、工具で回転する前記被加工物の外径に溝を形成するものとした。

【0011】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

まず、この発明におけるスクリーローター製造用の加工原理を図1に基づいて説明する。

図1中、円筒状のねじブランクである被加工物1は、上面（第1の平面）の中心と底面（第2の平面）の中心とを結ぶ線を軸（C軸）として、回転動作が行われる。そして、このC軸と直行する位置、すなわち、円周面（外径）の上部の位置には、刃物台2が設置され、この刃物台2の下部には、被加工物1に向かって刃を有する工具3が取付けられている。また、この刃物台2は、B軸を中心とした回転動作と、C軸と平行なZ軸方向の移動動作、上下方向であるX軸方向の移動動作、及びZ軸、X軸の両軸に直行するY軸の移動動作が可能である。そして、NCプログラムにより、C軸での被加工物1の所定の回転比と連動させて、刃物台2のB軸での回転動作、X軸、Z軸での移動動作を組み合わせることで、旋廻円座標基準点4を中心とした工具3の円運動を行わせ、被加工物1の外径に溝を加工する。なお、工具3の円運動と、C軸での回転動作の回転比は、6：11で同期させるようにしてある。また、工具3は、回転動作に伴って、徐々に前方に伸ばしており、加工開始時での円方向半径26であったものも、加工終了時での円方向半径27となるようにしている。

【0012】

次に、スクリー圧縮機の一般的な圧縮の原理について図2に基づき説明する。

このスクリー圧縮機では、6個の歯溝9を備えたスクリーロータ1と、軸直角に左右対称に噛合う各々に11個の歯10を有するゲートロータ8a、8b

とを有しており、スクリーローター 1 が回転するとスクリーローター 1 の歯溝の容積が広がり冷媒ガスが歯溝に吸入され、スクリーローター 1 の回転が進み、溝容積が最大となった所でゲートローター 8 a、8 b の歯 10 により歯溝が閉じ込められ、さらに回転が進むと歯溝容積が小さくなり冷媒ガスが圧縮されるという原理で圧縮が行なわれる。

なお、図 3 は、図 2 の I-I' での一部断面図であり、スクリーローター 1 の歯溝に、ゲートローター 8 a が噛合う概念を示している。

【0013】

次に、この加工原理を実際に実現する加工装置について、図 4 の構成図に基づいて説明する。図 4 (a) は、この加工装置の構成図であり、図 4 (b) は、図 4 (a) の II-II' での縦断面図である。

図 4 中、加工装置は、ベット 11 と、このベット 11 上に設置される C 軸主軸台 12 と、コラム 13 と、この C 軸主軸台 12 に回転自在に支持される C 軸主軸 14 と、コラム 13 の C 軸主軸側の側面に回動自在に支持される刃物台 2 と、この刃物台 2 の下部に取付けられる工具 3 とを有している。なお、これら構成は、汎用的な NC 5 軸工作機械でも有している構成である。

本加工装置では、さらに、C 軸主軸 14 の先に特殊主軸 15 を取り付けることで、C 軸回転を行なう軸を伸ばし、さらに、その先に、アーバー方式取付具 16 を設置し、このアーバー方式取付具 16 に被加工物 1 を取付けるようにしている。なお、特殊主軸 15 は突出しが長く、揺れ等により、精度上の問題があるため、振れ止め 17 で支える構成となっている。

【0014】

また、ベット 11 上には、左右に移動自在の移動式心押し台 18 が設置しており、被加工物 1 の外径を加工する時には、被加工物 1 の特殊主軸 15 と反対側の平面を支え、C 軸主軸 14 と共に回転する。また、被加工物 11 の内径を加工する場合、コラム 13 が傾斜し、刃物台 2 が 2' の位置に来るため、加工のじゃまにならないように、移動式心押し台 18 をベッド 11 の端部に移動させる。

【0015】

また、図 5 は、アーバー方式取付具 16 に被加工物 1 を取付ける状態を示す図

である。アーバー方式取付具 16 には、複数の固定ボルト 19 があり、この固定ボルト 19 が被加工物 1 に挿入されることで、被加工物 1 をアーバー方式取付具 16 に固着させる。また、アーバー方式取付具 16 の固定ボルト 19 が出るのとは逆の面（特殊主軸 15 側）はテーバー状にされ、その先端にあるプルスタッドボルト部 20 が特殊主軸 15 の主軸穴に挿入し、引き込み装置 21 で強く引くことで、アーバー方式取付具 16 は特殊主軸 15 の主軸穴にしっかり固定される。なお、この時、センターリングも自動に行なわれる。

【0016】

次に、この加工装置で、スクリーローターを加工する工程につき図 6 のフローチャートに基づいて説明する。なお、この一連の工程は、予め設定された NC プログラムにより処理される。

図 6 中、まず、内径加工を行なう（ステップ（以下、「S」）1）。この内径加工では、工具として、内径加工バイトが使用される。なお、このステップでは、刃物台 2 が図 4（a）の 2' の位置にくる為、移動式心押し台 18 はベッド 11 の端部にある。

次に、この内径加工が終了すると、移動式心押し台 18 がベッド 11 上を移動し、被加工物 1 にセットされる（S2）。

次に、被加工物 1 の外周に溝の荒切削加工を行なう（S3）。この加工では、溝が全く彫られていない外周にエンドミルという工具で溝を入れるので、自動工具交換装置により、S1 で使用した内径加工バイトから、エンドミルに自動的に切換わる。図 7 は、エンドミルで被加工物 1 の加工する概念を示す図である。

なお、溝幅の広い場合や精度を要する場合には、小径で往復切削させることもある。

【0017】

次に、被加工物 1 の外周にできた荒い溝の溝底に R 部をつける荒切削加工を行なう（S4）。この加工では、S3 で使用したエンドミルから、R エンドミル（エンドミルの先端が R になったもの）に自動的に切換わる。図 8 は、R エンドミルで被加工物 1 の加工する概念を示す図である。

【0018】

次に、被加工物 1 の外径仕上げ加工、すなわち、溝を削った被加工物のうち、溝を削っていない円筒のままの部分の旋削加工を行なう（S 5）。この加工では、S 4 で使用した R エンドミルから、外径加工バイトに自動的に切換わる。

【0019】

次に、溝の左側の側面の仕上げ加工（S 6）、及び溝の右側の側面の仕上げ加工（S 7）を行なう。この加工では、S 5 で使用した外径加工バイトが溝側面シェビングバイトに自動的に切換わる。

図 9 は、溝側面シェビングバイト 40 を示す斜視図である。図 9 中、この工具は、主軸を固定して切削送りで加工するシェビング加工（表面のでこぼこを削りとる）として使うので、主軸オリエンテーション位置に対し、35 度位相をずらしてセットした事が特長であり、市販工具ホルダー 41 に取付けて使う事が出来る。また、溝側面シェビングバイト 40 には右刃 42 と左刃 43 がセットされている。図 10 は、この刃部分を示す図であり、市販スロアーウェイチップを使い、すくい角度を 20 度に設け、平行刃部 44 を長さ 2 mm とした事で、きりこみ角度の改善及び切込み深さアップを図った事を特長としている。

【0020】

図 11 は、右側面仕上げ加工及び左側面仕上げ加工時での、溝と溝側面シェビングバイト 40 の右刃 42、左刃 43 との位置関係を示す図である。

この加工では、刃先先端位置がワーク回転中心線より 1 mm 下がった位置を確保する必要があるが、この調整は加工装置の Y 軸、Z 軸を左側加工時は基準点を Y1、Z1 に、右側加工時は Y2、Z2 にそれぞれ制御する事で解決出来る。また、上述のように、刃部分は図 10 に示すようになっているので、図 12、図 13 に示すように左切り込み角度 45a、45b は 120～93 度また右切り込み角度 46a、46b は 93～120 度と左右同じ刃先条件で切削が可能となる。

【0021】

S 7 での右側面溝仕上げ加工の後、溝底のある R 部分の仕上げ加工を行なう（S 8）。この加工では、S 7 で使用した溝側面シェビングバイトからから、溝底用 R バイトに自動的に切換わる。この過程では、溝底の R 部分のシェビング加工が行なわれる。

また、図3に示すようなスクリーローター1の歯溝に、ゲートローター8aが噛合う場合、冷媒ガスの入口側と出口側で運転中の温度の違いにより熱変形が生じる。この時、ゲートローター8aはプラスチック製であるため、熱膨張により、外径とゲートローターとが接触して削れて隙間が大きくなり性能低下の一因になる。

そこで、この工程では、図3に示した溝縁部50に逃がし部を作っている。

【0022】

すなわち、図14に示すように、逃がし部51を作成し、意図的に矢印側にゲートローター8aを距離52の分シフトし調整するようにしている。これにより、外径が削れる事がなくなり理想に近い噛み合いが実現する。また、この加工は、加工プログラムでR径、回転中心座標をNCプログラムに入れる事で連続加工が可能である。

次に、S8で溝底のあるR部分の仕上げ加工を行なった後、この処理は終了する(S9)。

なお、この一連の工程で、1溝を作成するが、この一連の工程を基準加工プログラムとして作成し、必要な加工や工具を随時呼び出し、残り5溝の加工に展開すれば、プログラム長を短くできる。

【0023】

図15は、ある旋回円での溝側面の形状線である。図15において、100a、100bは理論同期比で得られる理論線、100a、101bは従来方式の誤差を含む加工形状を示す。この発明では、従来方式では加工が出来ない任意の形状101a、101bが加工出来る。また、図3に示すように、スクリー圧縮機は運転中の熱変形もある事から運転中のスクリーローター1とゲートローター8の位置が重要であり、本発明では、図14に示すように溝底を実運転に近い形状に側面と合わせて、スクリーローター加工時に施工する事が可能になった。

【0024】

また、S6、S7の工程では、図16に示す従来使用バイト110を使用しても、切り込み量が0.04mmから0.5~2mmと大幅にアップ出来るように

なる。しかし、シングルスクリューローター特有の接触角度の変化 ($45^{\circ} \sim 72^{\circ}$) と左右刃先の切り込み角度の違いから特に、面粗度が確保出来ない現象が見られた。すなわち、左切り込み角度 120 a、120 b が $135^{\circ} \sim 108^{\circ}$ に対し、右切り込み角度 121 a、121 b が $43.5^{\circ} \sim 72^{\circ}$ になる為、右側は擦って切削している状態になっていると思われ、又、一方左側刃先は逃がし角度を大きく確保しないとワークと接触するので刃先角度は 43° しか確保できず、よって、強度が低下し高送りに対し弱くなる欠点がある。これに対し、S6、S7の工程で、図9に示す工具を使用したことで、この問題が解決できた。また、S6、S7の処理にしたので、溝幅の狭いサイズに合わせた工具で広い溝の加工もできるので、工具が1種類で済み、高価な総型バイトに比較して安価ですむ。

【0025】

また、溝底の加工で、溝底Rエンドミルで荒加工した後に、溝底Rバイトで仕上げ加工させたので、この仕上げ加工での削り代が0.2mm以下にすることができ、最少切り込み回数で加工が行なえ、加工時間増加への影響を最少に押えることができた。

【0026】

さらに、従来の専用加工機械での溝幅修正は、総型バイト幅の管理が必要であり、しかも溝形精度は加工機械の精度や使用年数に伴う精度劣化により変化するので、精度の維持管理が難しく、さらに、加工原理上機械のバックラッシュの影響もあり刃物の逃げが発生するので、理想形状が出来なかったが、この発明では、荒加工を行った上で刃物の角度を変えた溝側面仕上を行うので刃物の逃げの影響が起こりにくく、さらに、NC加工プログラムにより溝幅修正が可能になった。

【0027】

また、ゲートローターの歯数11枚に対しスクリュー溝は6溝で平行歯溝の形状で設計がされている製品加工が標準であるが、この加工装置を使えばスクリュー溝6溝に対しゲートローター10枚の扇型歯溝も加工出来る。従来の加工装置は専用機である為、1種類の歯型形状専用であったが、色々な形状に対応可能に

なる。これは新たな歯型設計が出来る可能性を秘めている。

【0028】

実施の形態 2.

実施の形態 1 では、機械精度及び加工精度を優先し、1方向からの加工としたが、加工精度がラフの場合や 1 方向と同様なレベルまで機械の精度が向上すれば、往復動加工にしても良い。この場合、刃物は従来バイトの形状でも良い。但し、刃物側主軸を 1 ストローク毎に 180 度位置決めし直す必要がある。このようにすれば戻りに要す位置決め時間のロス改善も出来る為、加工能率が向上する。さらに機械の往復動の動きが半減できる為、摺動面等の寿命延長に貢献できる。

【0029】

【発明の効果】

このように、この発明では、NC 5 軸制御で、複雑なスクリー溝の加工を高精度、かつ高効率で行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 スクリューローター製造の加工原理を示す図である。

【図 2】 スクリュー圧縮機の圧縮原理を示す図である。

【図 3】 図 2 の I - I' での一部断面図である。

【図 4】 加工装置の構成図である。

【図 5】 アーバー方式取付具と被加工物との取付け状態を示す図である。

【図 6】 スクリューローター加工の工程を示すフローチャートである。

【図 7】 エンドミルで被加工物を加工する概念図である。

【図 8】 R エンドミルで被加工物を加工する概念図である。

【図 9】 溝側面シェビングバイトを示す斜視図である。

【図 10】 刃を示す図である。

【図 11】 溝と溝側面シェビングバイトとの位置関係を示す図である。

【図 12】 溝と左切り込み角度・右切り込み角度との位置関係を示す図である。

【図 13】 溝と左切り込み角度・右切り込み角度との位置関係を示す図である。

【図 14】 逃がし部を示す図である。

【図 15】 旋回円での溝側面の形状線を示す図である。

【図 16】 従来使用バイトを示す斜視図である。

【図 17】 溝と従来使用バイトとの位置関係を示す図である。

【図 18】 溝と従来使用バイトとの位置関係を示す図である。

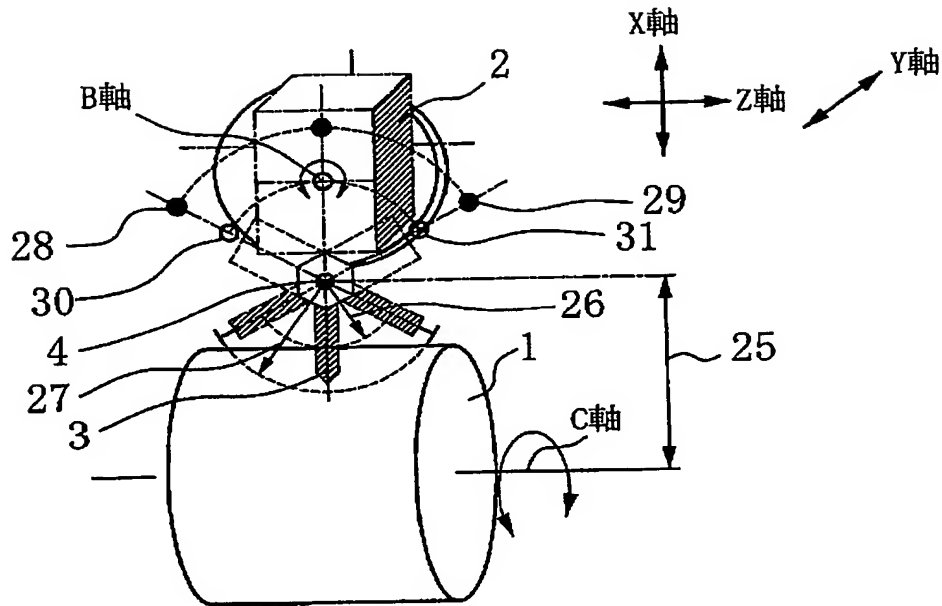
【符号の説明】

- 1 被加工物（スクリーローター）、 2 刃物台、 3 工具、
- 8 ゲートロータ、 9 歯溝、 10 歯、 11 ベット、
- 12 C軸主軸台、 13 コラム、 14 C軸主軸、 15 特殊主軸、
- 16 アーバー方式取付具、 17 振れ止め、
- 18 移動式心押し台、 19 固定ボルト、
- 20 プルスタッドボルト部、 21 引き込み装置、
- 40 溝側面ショビングバイト、 41 市販工具ホルダー、 42 右刃、
- 43 左刃、 44 平行刃部、 45 切り込み角度、 51 逃がし部、
- 100 理論線、 101 従来方式の加工形状、
- 110 従来使用バイト、 120 左切り込み角度、
- 121 右切り込み角度。

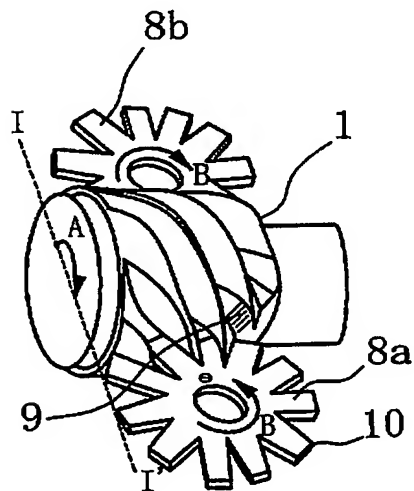
【書類名】

図面

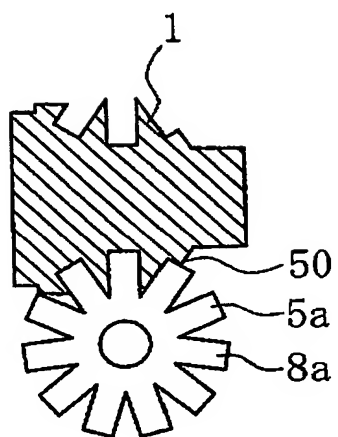
【図 1】



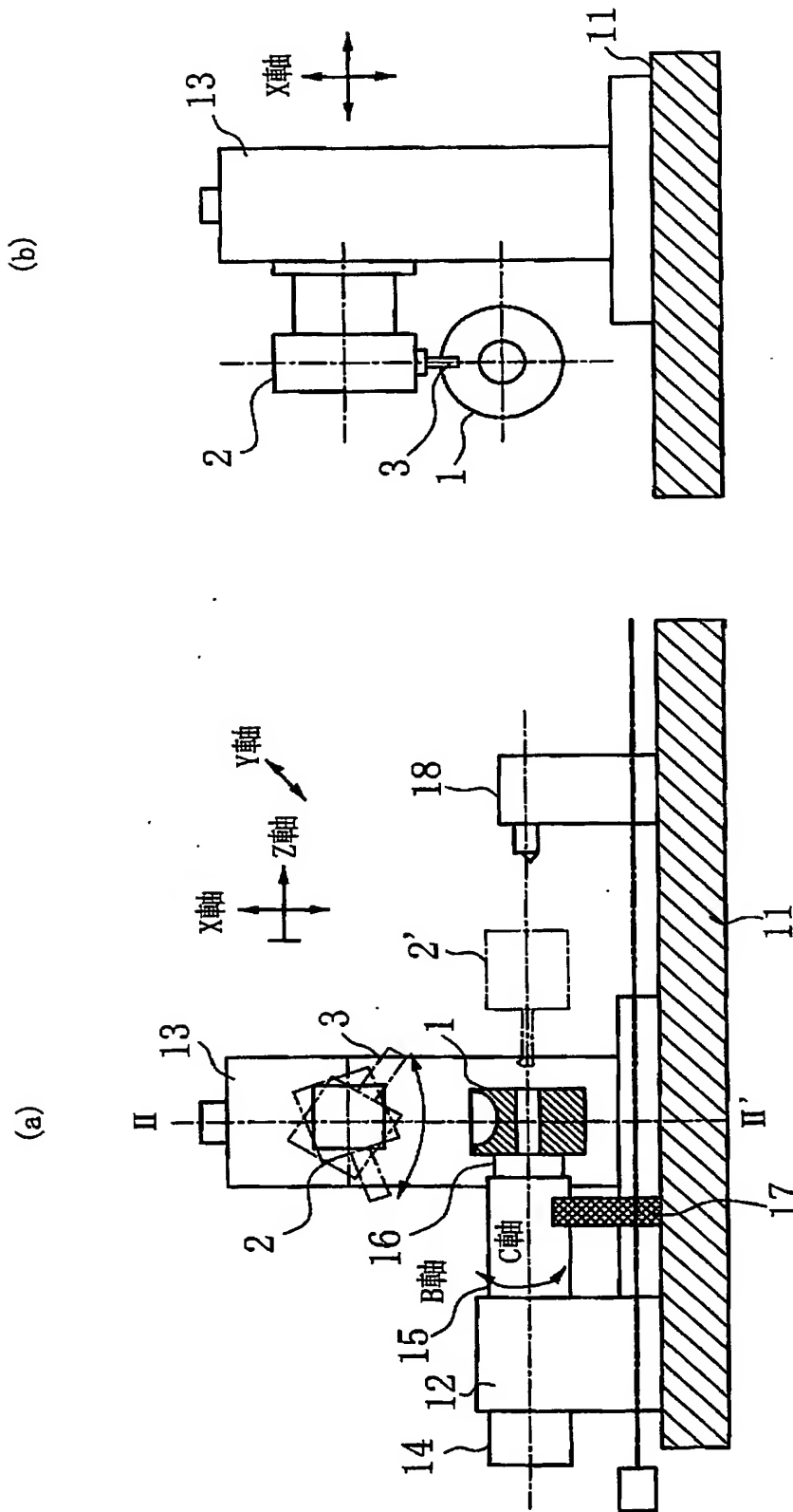
【図 2】



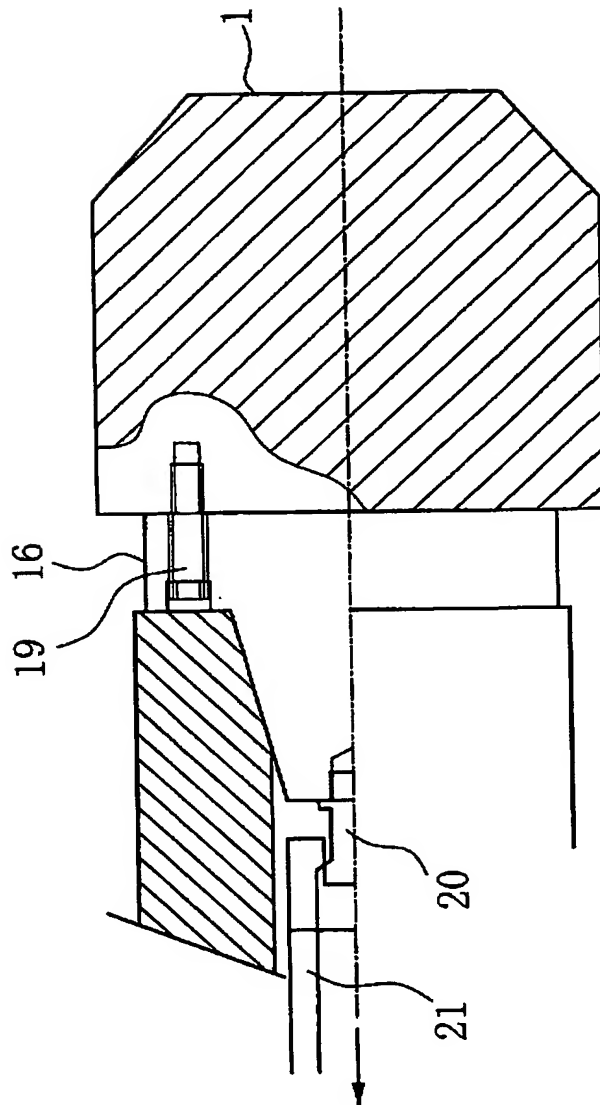
【図 3】



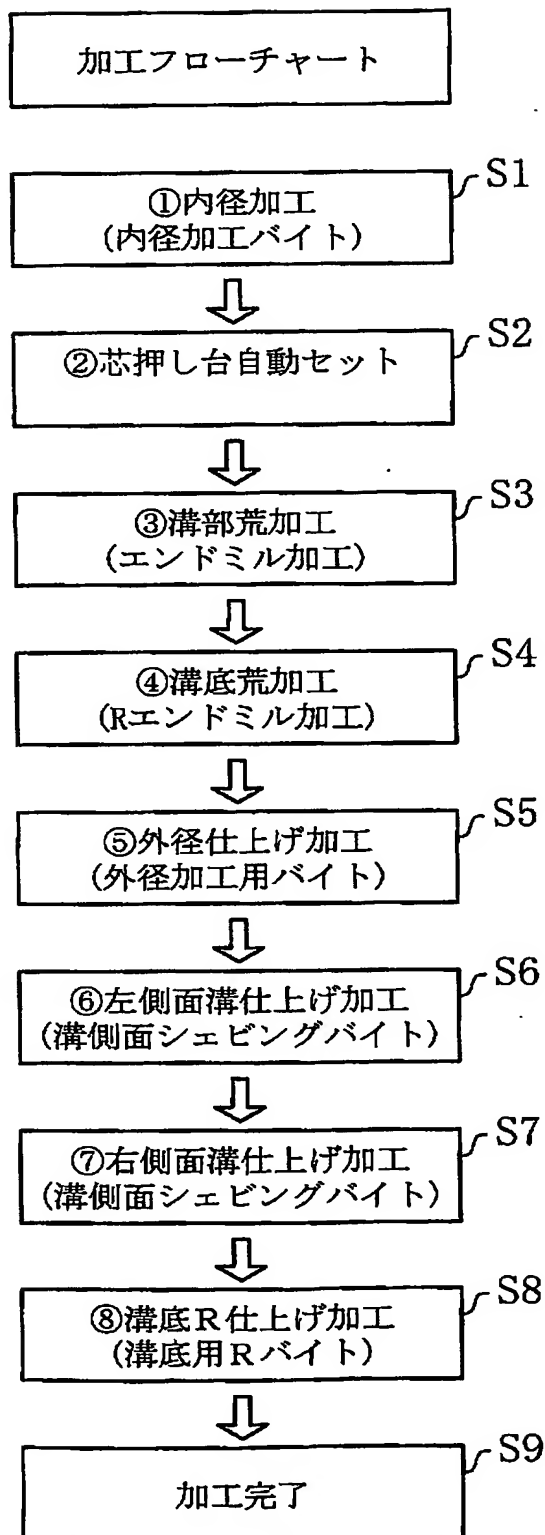
【図 4】



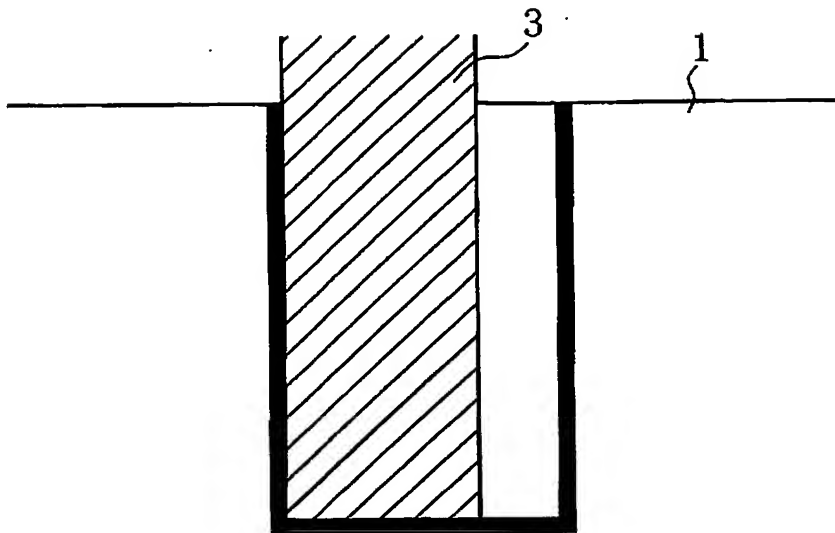
【図 5】



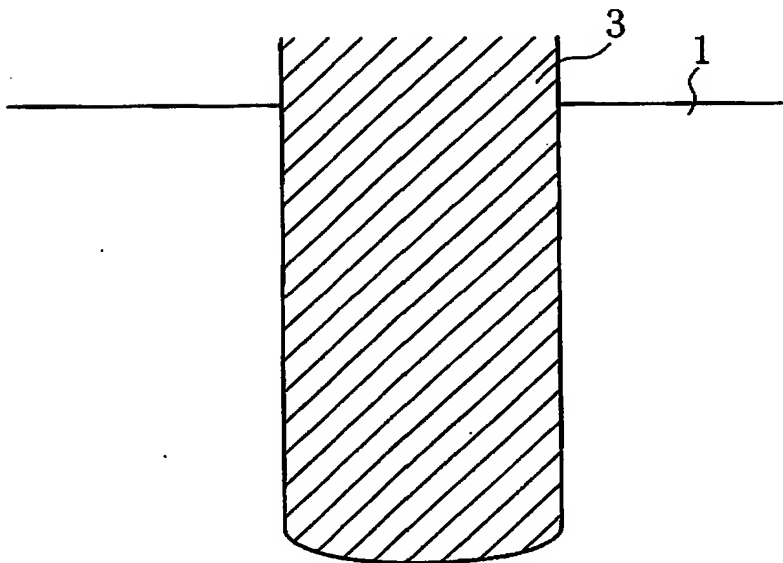
【図 6】



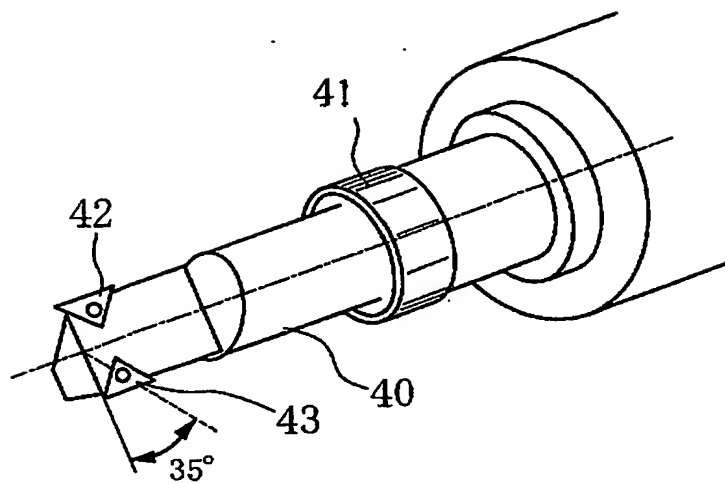
【図 7】



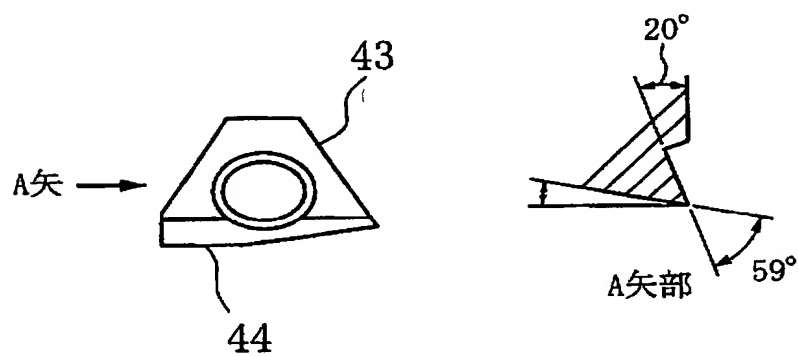
【図 8】



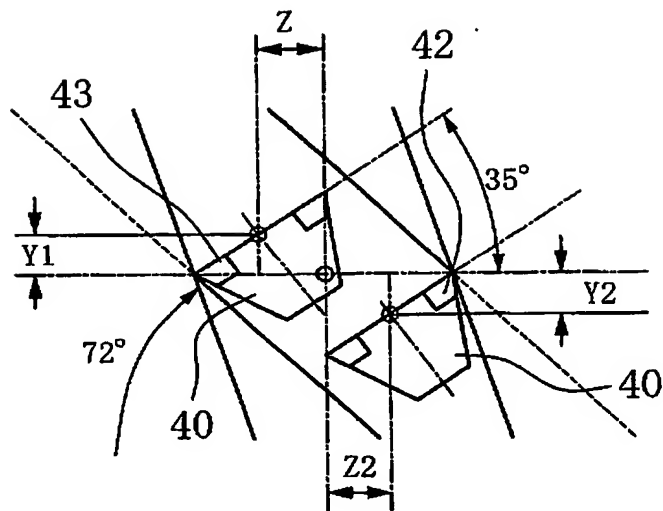
【図 9】



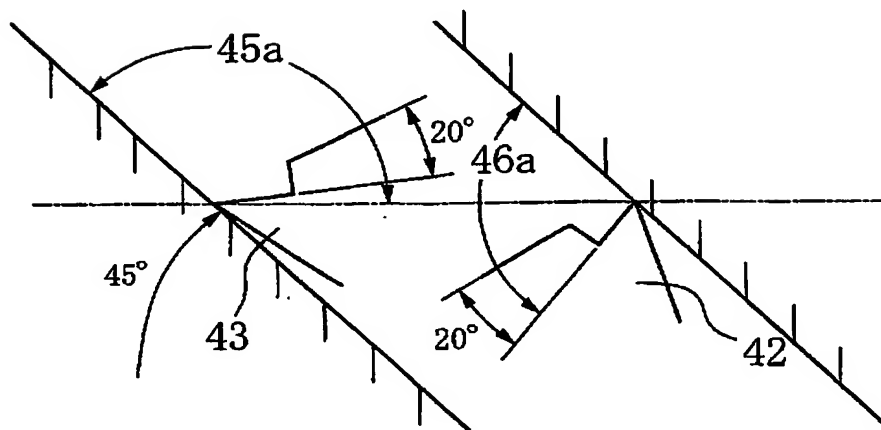
【図 10】



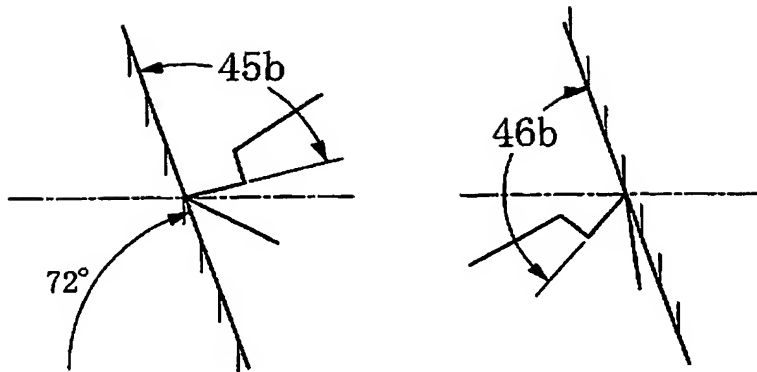
【図 11】



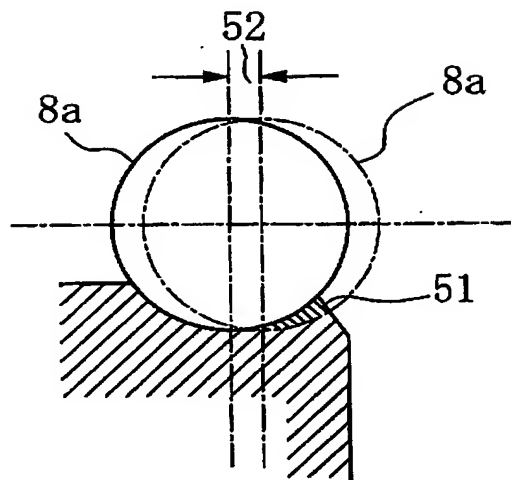
【図 12】



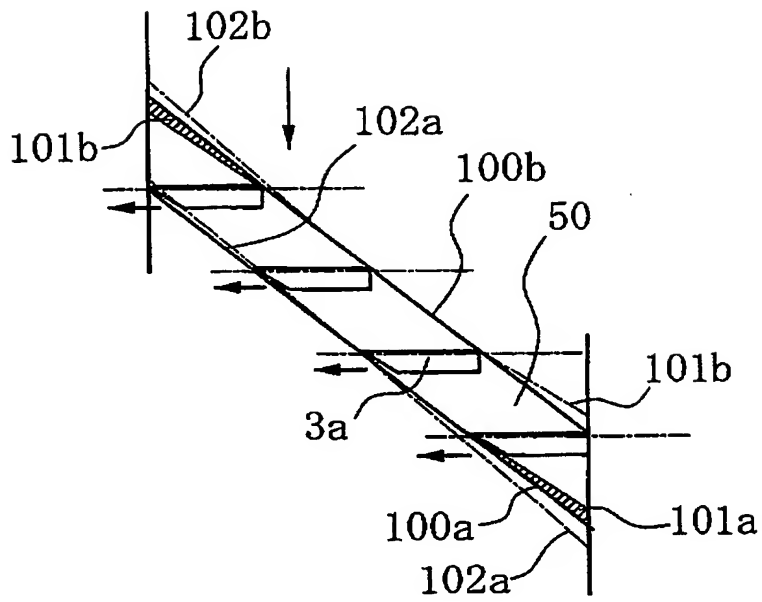
【図 13】



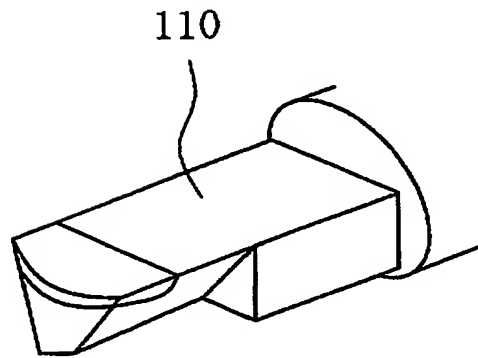
【図 14】



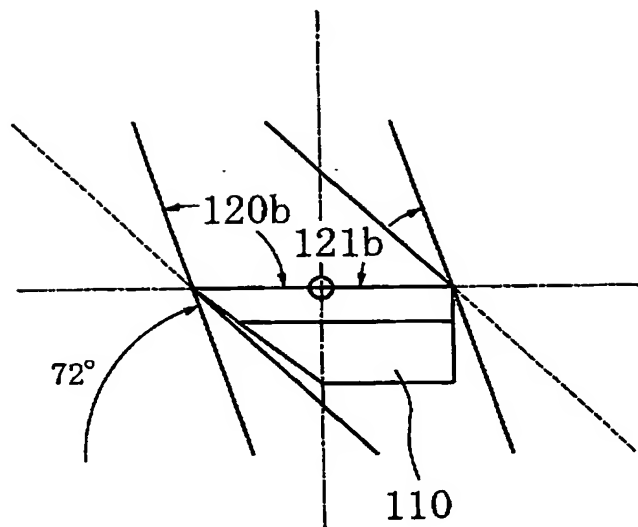
【図 15】



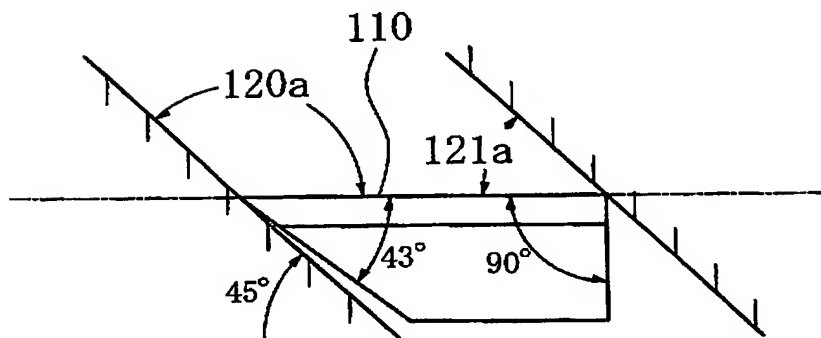
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来のスクリーローターの加工では、工具の溝寸法や取付け位置、第1のシャフトと第2のシャフトとの回転軸の距離、機械精度等の多くの要因がからみ、加工精度に問題があった。

【解決手段】 ベッドと、ベッド上に設置されるC軸主軸台と、C軸主軸台に支持され、円筒形状の被加工物を回転動作させるC軸主軸と、ベッドに設置されるコラムと、コラムに回転自在に支持される刃物台と、刃物台に取り付けられた工具とを備えたスクリーロータの加工装置で、刃物台を回転させるとともに、X軸、Y軸、Z軸方向に移動させ、工具で回転する被加工物の外径に溝を形成するようにした。

【選択図】 図4

特願 2003-104912

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006013]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名

三菱電機株式会社